

PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE UM ATERRO SANITÁRIO PARA O MUNICÍPIO DE LONTRAS (SC)

Willian Jucelio Goetten – Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Brasil
Augusto Eduardo Schlegel - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Brasil
Leonardo Rodolfo Paul - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Brasil
Lucas de Souza- Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) Brasil
Vinicius Goetten – Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC) Brasil

RESUMO

O Brasil possui mais de 80% da sua população vivendo em áreas urbanas, porém as infraestruturas e os serviços não acompanharam o ritmo de crescimento das cidades. Com o passar dos anos a população aumentou e conseqüentemente a produção de resíduo também, e a disposição dos Resíduos Sólidos Urbanos continuou de forma inadequada, colaborando assim com a veiculação de doenças relacionadas à contaminação dos cursos d'água e lençóis freáticos. Observou-se então, a necessidade de controlar e minimizar os impactos ambientais e possíveis riscos à saúde humana. A disposição inadequada dos RSU gera grandes impactos no dia-a-dia da população, seja em relação à saúde pública e à qualidade ambiental ou nos aspectos estéticos. O presente trabalho busca dimensionar um aterro sanitário para o município de Lontras (SC), que está localizado no Alto Vale do Rio Itajaí no estado de Santa Catarina.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos; Aterro sanitário; Manejo de Resíduos Sólidos.

INTRODUÇÃO

A produção de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) vem crescendo com o passar dos anos em um ritmo extremamente elevado, grande parte disso se deve ao aumento do consumo de produtos industrializados e pela abundancia dos materiais descartáveis pela sociedade. Durante décadas as soluções para depósito desses resíduos era o simples despejo ao longo das encostas, bermas, depressões naturais ou artificiais, e muitas vezes era realizado a queima, afim de reduzir o volume e contribuir para o desaparecimento dos RSU.

Atualmente a pratica mais utilizada para tratamento e disposição final ambientalmente adequada de RSU é o aterro sanitário. Esta prática é muito utilizada, pois, apresenta baixo custo em relação a outras práticas, por exemplo a incineração.

A NBR 8419 (ABNT, 1992), define como aterro sanitário a: Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível,

cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (ABNT, 1992, p.1).

MATERIAL E MÉTODOS

Segundo AMAVI (2017), os resíduos sólidos gerados em Lontras (SC) possuem uma fração de materiais que podem ser observados Tabela 1 **Tabela 1 – Fração dos resíduos sólidos do Alto Vale do Itajaí**

MATERIAL	FRAÇÃO (%)	MASSA ESPECÍFICA DO MATERIAL (Kg/m ³)	FONTE	MASSA ESPECÍFICA NO RESÍDUO (Kg/m ³)
Aço	2.3	7800	SUCRANA	179.40
Alumínio	0.6	2600	SUCRANA	15.60
Papel, papelão e Tetrapak	13.1	925	SUCRANA	121.18
Plástico	13.5	2100	SUCRANA	283.50
Vidro	2.4	2600	SUCRANA	62.40
Matéria orgânica	51.4	825.895	DINIS	424.51
TOTAL				1086.59

GERAÇÃO DE RESÍDUOS PER CAPITA

Para cálculo da geração de resíduos foi necessário realizar a projeção do crescimento populacional. Para isso foram utilizados os dados do Censo do IBGE dos anos 2000 e 2010 e o método de projeção aritmética. Com isso obteve-se o crescimento anual e foi possível calcular a população para cada ano do horizonte de projeto. Segundo documento da AMAVI, a geração de resíduos per capita para o município de Lontras é de 0,22 Kg/(hab.dia). Este valor foi utilizado para estimativa das gerações anuais.

ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A estimativa de geração dos resíduos foi feita considerando o horizonte do projeto do aterro sanitário que é de 20 anos. Assim sendo, foi calculada a população para cada ano e a respectiva geração de resíduos. A cobertura inicial foi considerada levando em conta a porcentagem da população urbana, que é de 68% segundo dado do SEBRAE. Foi considerado que no primeiro ano o aterro atenderá apenas a área urbana e, ao longo do horizonte de projeto a cobertura de coleta irá expandir linearmente, de modo que no décimo ano do horizonte de projeto a cobertura seja de 100% do município. Além disso, foi considerado um aumento na geração de resíduos anualmente, igual a média nacional, que segundo a ABRELPA é igual a 1,07%. Por fim, para cálculo da geração de resíduos foi utilizado

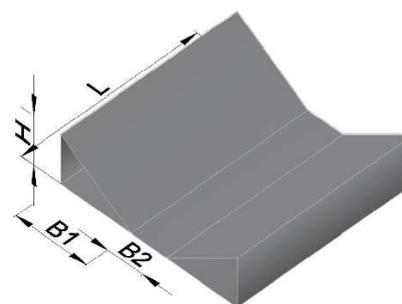
calculado o peso específico dos resíduos, cujo resultado foi de 1,09 ton/m³. Após 20 seriam gerados 20115.64 m³ de RSU no município.

DIMENSIONAMENTO DAS CÉLULAS

Para o dimensionamento das células do aterro sanitário do município de Lontras foi utilizado o Método de Área. Os cálculos foram realizados levando em conta alguns pressupostos: profundidade de 6 metros; base de talvegue de 12 metros, respeitando a relação base/profundidade igual a 2:1; frente de trabalho de 6 metros; número de células igual a 10. A partir disso foi calculada a área dos taludes e a área da frente de trabalho.

Tabela 2 – Dimensionamento das células

DADO	VALOR	UNIDADE	FONTE
Área dos Taludes (A1+A2)	72.00	m ²	Calculado
Área da Frente de Trabalho (A3)	36.00	m ²	Calculado
Área da Célula (At)	108.00	m ²	Calculado
Área Total	1080.00	m ²	Calculado
Comprimento	21.42	M	Calculado
Comprimento de Projeto (L)	22.00	M	Arredondamento
Volume de Projeto	23760.00	m ³	Calculado
Área em Planta da Célula	660.00	m ²	Calculado
Área em Planta Total	6600.00	m ²	Calculado



O cálculo da área da seção transversal da célula foi realizado a partir da somatória da área dos taludes e da área da frente de trabalho. Com isso foi possível obter o comprimento da célula dividindo-se o volume pela área da seção transversal, que foi de 22 metros.

ESCOLHA DAS ÁREAS

Foram escolhidas 3 áreas possíveis para a implantação do aterro, dentre as possíveis no município. As 3 áreas foram avaliadas seguindo critérios, sendo atribuídas pontuações de acordo com o desempenho de cada uma. Cada critério possui um peso, estando este associado à sua importância para a operação do aterro ou a possíveis danos ambientais causados, alguns exemplos de parâmetros prejudiciais seriam a presença de fauna e flora de interesse ecológico especial no local a ser implantado o aterro. Na Figura 1 são apresentadas as Áreas 1, 2 e 3 respectivamente.

Figura 1 – Área 1, 2 e 3 respectivamente



Fonte: Google Earth (2017)

Os critérios avaliados para escolha dentre as 3 áreas possíveis foram: distância de corpos hídricos, potencial hídrico, condutividade hidráulica, profundidade do lençol freático, distância de vias, distância de centros urbanos, declividade, espessura do solo, flora, tipos de solo, e fauna. As pontuações foram: Área 1 – 93 pontos; Área 2 – 66 pontos; Área 3 – 46 pontos. Portanto a área selecionada foi a Área 1. A escolha se deve principalmente a pouca declividade, grande distância de corpos hídricos e de centros urbanos desta área. A baixa presença de fauna e flora também é bastante relevante para esta escolha.

ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE BIOGÁS

O pico da geração de biogás ocorre no 10º ano, em seguida há um decaimento na geração.

Figura 2 – Geração de biogás

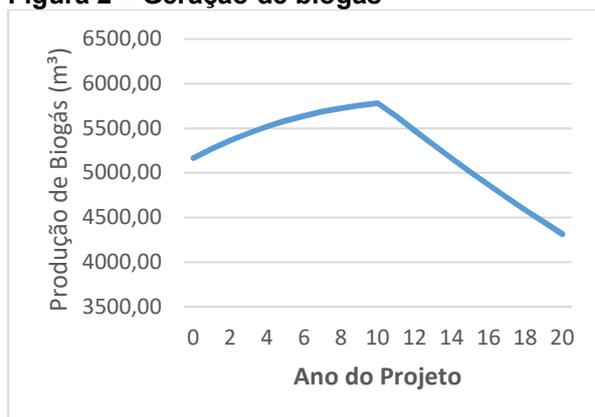


Tabela 3- Reaproveitamento do biogás

DADO	VALOR	UNIDADE
Potencial de Geração de Metano (Lo)	160	m³/ton
Taxa de Decaimento da Produção de Metano (K)	0.06	ao ano
Peso Específico Metano	0.679	Kg/m³
Poder Calorífico Metano	14	Kwh/Kg
Valor Energia Horário de Normal	0.1582	R\$/KWH
Valor Energia Horário de Pico	0.8629	R\$/KWH
Potencial Energético (Todo o Horizonte de Projeto)	1050089	KWH
Valor com Aproveitamento de Energia	166124	Reais

A geração de biogás foi estimada por meio do Modelo da USEPA que leva em consideração o potencial de geração de metano, a taxa de decaimento da produção de metano, o peso de resíduo gerado no ano e idade do resíduo no ano. Além disso, também calculou-se o valor de energia que poderia ser obtido com aproveitamento do metano contido

no biogás gerado, que seria de aproximadamente 166 mil reais em todo o horizonte de projeto (Tabela 3).

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO PERCOLADO E DOS GASES

O dimensionamento do sistema de drenagem do percolado foi feito seguindo a bibliografia recomendada. Na Tabela 4, podem ser observados os resultados obtidos neste dimensionamento. A vazão total corresponde a soma da vazão do chorume e da vazão do percolado, que resultou em 0,22 L/s. Obteve-se também, por meio de cálculos, que o espaçamento entre os drenos deveria ser de pelo menos 3 metros entre si.

O dimensionamento do sistema de drenagem dos gases foi feito seguindo a bibliografia recomendada. Cada célula possui 660 m² de área, e os drenos de gases possuem um raio de influência de aproximadamente 15 m. Isto resulta em uma área de influência de aproximadamente 700 m², portanto, seria necessário apenas 1 dreno de gás por célula, mas serão utilizados 2 drenos para evitar áreas mal drenadas.

Tabela 4 – Dimensionamento do sistema de drenagem do percolado e dos gases

DADO	VALOR	UNIDADE	DADO	VALOR	UNIDADE
Declividade	0.09	m/m	Área de cada Célula	660	m ²
Coefficiente de Manning (n)	0.01	-	Raio de influência	15	m
Vazão total	0.22	L/s	Área de influência de cada Dreno	706.86	m ²
Diâmetro	0.03	M	Drenos por Célula	1	unidade
Diâmetro de projeto	50.00	Mm			

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL

O dimensionamento do sistema de drenagem superficial foi feito segundo o Método Racional. Na

Tabela 5, podem ser observados os resultados obtidos neste dimensionamento.

Tabela 5 – Dimensionamento do sistema de drenagem superficial

DADO	VALOR	UNIDADE	FONTE	DADO	VALOR	UNIDADE	FONTE
------	-------	---------	-------	------	-------	---------	-------

Desnível máximo (H)	9	M	Calculado	Coefficiente de Escoamento Superficial (C)	0.3	-	-
Comprimento do curso (L)	0.1	Km	Assumido	Tempo de concentração (tc)	2.29	h	Calculado
Precipitação anual	1700	mm	PINHEIRO	Intensidade máxima média da chuva (i)	188.12	mm/h	Calculado
Coefficiente K	6649.15	-	DENARDIN e FREITAS	Vazão máxima	0.21	m ³ /s	Calculado
Coefficiente a	0.21	-	DENARDIN e FREITAS	Tubulações	5	unidades	Assumido
Coefficiente b	43	-	DENARDIN e FREITAS	Raio Hidráulico (Rh)	1	-	Adotado
Coefficiente c	1.1	-	DENARDIN e FREITAS	Coefficiente de Manning (n)	0.013	-	Adotado
Tempo de retorno	20	anos	Assumido	Vazão por tubo	0.04	m ³	Calculado
Área	0.0132	km ²	Calculado	Diâmetro do tubo	0.19	m	Calculado
Declividade (I)	9	%	-	Diâmetro de projeto	200	mm	Calculado

O tempo de concentração foi calculado pela Fórmula de Giandotti e os coeficientes utilizados para o cálculo da intensidade máxima média da chuva foram obtidos por meio do software Pluvio 2.1, desenvolvido Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos. Esse software, apresenta os coeficientes de acordo com a região selecionada. Foram utilizados os valores do município de Blumenau pois era o mais próximo de Lontras. As 10 células foram organizadas em 5 colunas. Portanto, adotou-se 5 tubos para drenagem visando atender todas as células. Por meio dos cálculos obteve-se o diâmetro de 200 milímetros para cada tubo.

TRATAMENTO DO PERCOLADO

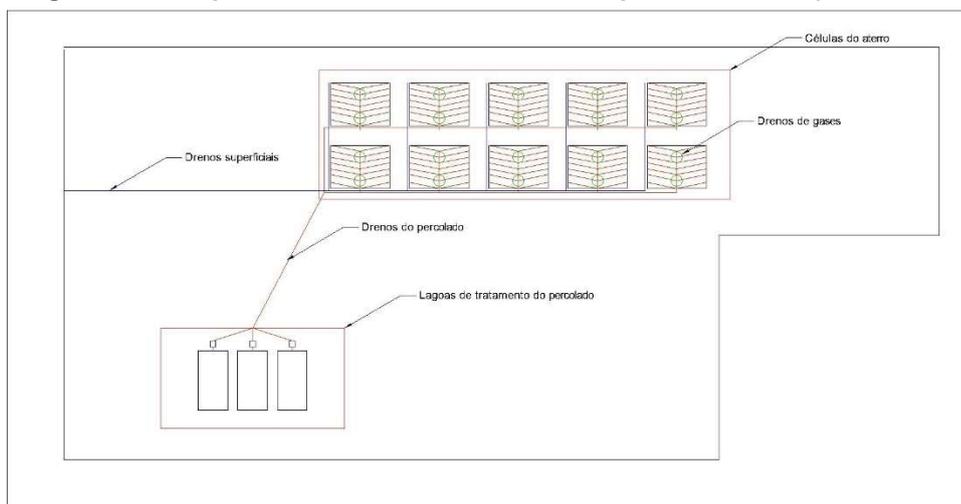
O tratamento do efluente será feito por meio de lagoas, porém, antes destas haverá um tratamento preliminar, que consiste em uma grade para remoção de sólidos grosseiros, uma caixa de areia para remoção de sólidos sedimentáveis e uma Calha Parshall para medição da vazão.

O sistema de lagoas será constituído por uma lagoa anaeróbia seguida de uma facultativa. Este sistema é bastante utilizado devido à redução de área e qualidade satisfatória no tratamento de efluente, e é comumente conhecido como sistema australiano. As principais vantagens dos sistemas de lagoas são a baixa necessidade de manutenção e limpeza, bem como a simplicidade da operação.

Para um melhor funcionamento do sistema haverá três sistemas em paralelo, sendo direcionado um terço da vazão de percolado para cada sistema. Cada sistema possui uma lagoa anaeróbia com profundidade de 4 metros, comprimento e largura de 4,4 metros. As lagoas facultativas terão altura de 2 metros, comprimento de 30,25 metros e largura de 15,15 metros.

Na Figura 3 é apresentado um esquema do posicionamento das células, das lagoas, dos drenos do escoamento superficial e de percolado. A distância adotada entre as células do aterro foi de 10 metros, de modo que possibilite a criação de vias para operação do aterro.

Figura 3 – Croqui do aterro sanitário do município de Lontras (sem escala)



CONCLUSÕES

O aterro sanitário, como uma fonte de tratamento e disposição final dos RSU, consiste em uma forma sanitariamente segura a saúde da população e ao meio ambiente. Para isso é necessário bons projetos, que sigam as normas e as regulamentações existentes. Dessa forma, é possível afirmar que é possível pré-dimensionar um aterro sanitário para o município de Lontras (SC).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAVI. **Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos do CIM**. 173 pg. Disponível em: <https://www.amavi.org.br/sistemas/pagina/setores/meioambiente/arquivos/2012/Versao_Preliminar-Diagnostico_PGIRS.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2017

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, São Paulo, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8419 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, Rio de Janeiro, 1992.